

VALVE TIMING REGULATING DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Publication number: JP8109840

Publication date: 1996-04-30

Inventor: SHINOJIMA MASAOKI

Applicant: NIPPON DENSO CO

Classification:

- international: *F01L1/34; F01L13/00; F02D13/02; F02D45/00; F01L1/34; F01L13/00; F02D13/02; F02D45/00; (IPC1-7): F02D13/02; F01L1/34; F01L13/00; F02D45/00*

- european:

Application number: JP19940247581 19941013

Priority number(s): JP19940247581 19941013

Report a data error here

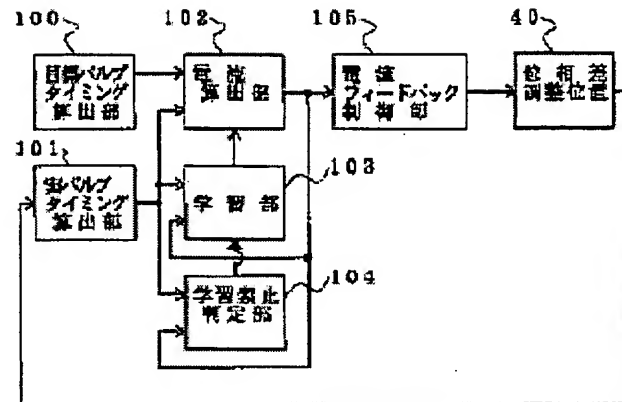
Abstract of **JP8109840**

PURPOSE: To suppress the excessive increase of a control deviation after removal of a foreign matter even when a foreign matter is temporarily lodged in a control valve.

CONSTITUTION: When it is decided by a learning prohibition deciding part 104 that abnormality of feedback control occurs, learning by a learning part 103 is prohibited. Thus, a value obtained owing to abnormality of feedback control is prevented from being mixed in a learning value by the learning part 3. As a result, when abnormality of feedback control

Best Available Copy

is eliminated and control of a valve timing is started again, a control deviation by a valve timing regulating device is prevented being excessively increased.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-109840

(43)公開日 平成8年(1996)4月30日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 13/02		G		
F 0 1 L 1/34		Z		
		C		
13/00	3 0 1	Y		
F 0 2 D 45/00	3 4 0	D		

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平6-247581

(22)出願日 平成6年(1994)10月13日

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 篠島 政明

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

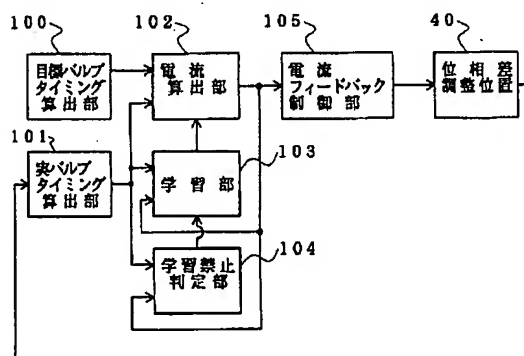
(74)代理人 弁理士 伊藤 洋二

(54)【発明の名称】 内燃機関のバルブタイミング調整装置

(57)【要約】

【目的】 内燃機関のバルブタイミング調整装置において、その制御弁内に一時的に異物が噛み込んだ場合にも、異物除去後に、制御偏差が過剰に大きくならないようにする。

【構成】 学習禁止判定部104がフィードバック制御の異常を判定したとき、学習部103による学習が禁止される。従って、学習部103による学習値に、フィードバック制御の異常に伴う値が混入することがない。その結果、フィードバック制御の異常が解消して、再度、正常なバルブタイミングの制御が開始されたときに、バルブタイミング調整装置による制御偏差が過剰に大きくなることはない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のクランク軸とカム軸との間の位相差を油圧に応じて調整する位相差調整装置と、

この位相差調整装置への油圧を開度に応じて制御する制御弁と、

この制御弁の開度を調整する開度調整手段と、

前記クランク軸と前記カム軸との相対回転角に基づき吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の実バルブタイミングを検出する実バルブタイミング検出手段と、

内燃機関の運転状態に応じて吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の目標バルブタイミングを設定する目標バルブタイミング設定手段と、

前記実バルブタイミングを前記目標バルブタイミングに一致させるようにフィードバック制御するための制御信号を前記開度調整手段に出力する制御信号出力手段と、

前記実バルブタイミングに基づき前記位相差調整装置を所定の位相差調整状態にする前記開度調整手段への制御信号を学習する学習手段とを備え、

この学習手段の学習に応じて前記吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブタイミングを調整するバルブタイミング調整装置において、

前記フィードバック制御の異常を判定する異常判定手段と、

この異常判定手段が前記異常を判定したとき、前記学習手段による学習を禁止する禁止手段とを具備することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング調整装置。

【請求項2】 前記実バルブタイミングに基づき前記位相差調整装置の位相差調整状態を判定する位相差調整状態判定手段を設け、

前記異常判定手段が、そのフィードバック制御の異常判定を、前記判定位相差調整状態及び前記制御信号に基づいて行うことを特徴とする請求項1に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項3】 前記制御信号が所定値以上の値をとるとき前記実バルブタイミングの変化方向が所定方向であると判定し、一方、前記制御信号が前記所定値以下の値をとるとき前記実バルブタイミングの変化方向が前記所定方向とは逆方向であると判定する変化方向判定手段を設け、

前記異常判定手段が、前記フィードバック制御の異常判定を、前記変化方向判定手段による前記所定方向若しくは前記逆方向との判定に基づき行うことを特徴とする請求項2に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項4】 前記実バルブタイミングの一定の状態が所定時間継続していることを判定するバルブタイミング状態判定手段と、

前記制御信号が所定の範囲にあることを判定する制御信号判定手段とを設け、

前記異常判定手段が、前記フィードバック制御の異常判定を、前記バルブタイミング状態判定手段及び制御信号

判定手段の両判定結果に基づき行うことを特徴とする請求項2に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項5】 前記実バルブタイミングと前記目標バルブタイミングの差が所定値以上である状態が所定時間以上継続していることを判定するバルブタイミング差状態判定手段を設け、

前記異常判定手段が、前記フィードバック制御の異常判定を、前記バルブタイミング差状態判定手段の判定結果に基づき行うことを特徴とする請求項1に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項6】 前記実バルブタイミングが所定の範囲にあることを判定する実バルブタイミング範囲判定手段を設け、

前記異常判定手段が、そのフィードバック制御の異常判定を、前記実バルブタイミング範囲判定手段の判定結果に基づき行うことを特徴とする請求項1に記載のバルブタイミング調整装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、内燃機関の運転条件に応じて吸気弁や排気弁の開閉タイミング（バルブタイミング）を調整するためのバルブタイミング調整装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、例えば、特公平1-59406号公報に記載のエンジン吸気量制御装置においては、吸気弁のカム軸とエンジンのクランク軸との間に相対回転位置調節装置を設け、この相対位置調節装置の進角室又は遅角室への電磁弁を介する油圧の供給によりピストンを移動させ、これにより、カム軸とクランク軸との間の相対回転位置を調節して、吸気弁のバルブタイミングを調整している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述の装置は、電磁弁による単なる油圧流路の切り替え制御によりカム軸とクランク軸の間の相対回転位置を調節するのみ故、微小な進角或いは遅角の制御が困難であった。そこで、単なる油圧流路の切り替え制御をするにすぎない電磁弁に代えて、油圧流路の切り替えとともに開度に応じて油圧の制御を行える制御弁を採用し、この制御弁に駆動信号を与えることにより、バルブタイミングを調整して微小な進角或いは遅角の制御を行うことが考えられる。しかし、このような制御弁を使用すると、制御弁の製造ばらつき、制御弁からの油洩れ等により、駆動信号とバルブタイミングとの各変化が装置ごとにはばらつきを生じた。例えば、バルブタイミングをそのままの状態に保持できないとか、バルブタイミングの変化が得られないという不具合が生ずる。

【0004】 これに対しては、特開平6-159105号公報に示されているように、油路切り替え制御と共に開

度に応じて油圧制御を行う油圧制御弁を採用し、この油圧制御弁の作動状態が所定の作動状態のとき駆動信号を学習し、この学習駆動信号に基づき制御装置で算出される駆動信号により油圧制御弁の油路切り替え制御及び油圧制御を行うことによって、クランク軸とカム軸との相対回転角を目標回転角に一致させるようにしたバルブタイミング調整装置が開示されている。

【0005】しかし、このバルブタイミング調整装置においては、油圧制御弁の開度を小さく絞ったときに異物を噛み込み易いという問題が生ずる。このような噛み込みが生じた場合には、油圧制御弁がロックしてしまい、油圧開度制御や油路切り替え制御が不能となる。従って、このように制御不能となったままで、駆動信号の学習が継続されると、学習値に異常な値が入ってしまう。その結果、異物がはずれて油圧制御弁が正常復帰したときに、学習値が異常となっているために、バルブタイミング調整装置における制御偏差（即ち、目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの差）が大きくなってしまいエンジン性能が十分に引き出されないという事態が生じる。

【0006】また、異物噛み込みが解消した後も、学習値更新の周期や、フィードバック制御量の制限などによって、学習値が正規の値となるまでに相当の時間を要することとなり、エンジン性能を十分に引き出せない状態が長期間に亘って継続するという問題点もある。また、異物噛み込み中に学習値が大幅にずれ、しかも異物噛み込みが解消した後の目標バルブタイミングの変化量が小さい場合などには、学習値の大幅なずれによってフィードバック演算により与えられる制御量がマスクされ、所望の実バルブタイミングの変化が得られず、学習値の更新がなされないという事態も生じることがあった。

【0007】そこで、本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、内燃機関のバルブタイミング調整装置において、所望のバルブタイミングを確実に実現することで所望のエンジン性能を確実に引き出すことを目的とする。また、本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、制御信号の学習制御を行うことで定常偏差の発生を防止するとともに、バルブタイミング調整装置に一時的な異常が発生しても、異常の解消後には、速やかに異常発生前の制御能力に復帰することができる内燃機関のバルブタイミング調整装置を提供することを目的とする。

【0008】また、本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、バルブタイミング調整装置に一時的な異常が発生しても、制御信号の誤学習を防止することができる内燃機関のバルブタイミング調整装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するため、請求項1に記載の発明においては、内燃機関(1)のクランク軸(2)とカム軸(4、5)との間の位相差

を油圧に応じて調整する位相差調整装置(40)と、この位相差調整装置への油圧を開度に応じて制御する制御弁(30)と、この制御弁の開度を調整する開度調整手段(49、64)と、クランク軸(2)とカム軸(4、5)との相対回転角に基づき吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の実バルブタイミングを検出する実バルブタイミング検出手段(48、101)と、内燃機関(1)の運転状態に応じて吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の目標バルブタイミングを設定する目標バルブタイミング設定手段(48、100)と、前記実バルブタイミングを前記目標バルブタイミングに一致させるようにフィードバック制御するための制御信号を開度調整手段(49、64)に出力する制御信号出力手段(48、102)と、前記実バルブタイミングに基づき位相差調整装置(40)を所定の位相差調整状態にする開度調整手段(49、64)への制御信号を学習する学習手段(48、103)とを備え、この学習手段の学習に応じて前記吸気弁及び排気弁の少なくとも一方のバルブタイミングを調整するバルブタイミング調整装置において、前記フィードバック制御の異常を判定する異常判定手段(48、104)と、この異常判定手段が前記異常を判定したとき、学習手段(48、103)による学習を禁止する禁止手段(48、104)とを具備することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング調整装置が提供される。

【0010】請求項2に記載の発明においては、請求項1に記載のバルブタイミング調整装置において、前記実バルブタイミングに基づき位相差調整装置(40)の位相差調整状態を判定する位相差調整状態判定手段(48、102)を設け、異常判定手段(48、104)が、そのフィードバック制御の異常判定を、前記判定位相差調整状態及び前記制御信号に基づいて行うことを特徴とする。

【0011】請求項3に記載の発明においては、請求項2に記載のバルブタイミング調整装置において、前記制御信号が所定値以上の値をとるとき前記実バルブタイミングの変化方向が所定方向であると判定し、一方、前記制御信号が前記所定値以下の値をとるとき前記実バルブタイミングの変化方向が前記所定方向とは逆方向であると判定する変化方向判定手段(48、104、S104乃至S132、S134)を設け、異常判定手段(48、104)が、前記フィードバック制御の異常判定を、変化方向判定手段(48、104、S104乃至S132、S134)による前記所定方向若しくは前記逆方向との判定に基づき行うことを特徴とする。

【0012】請求項4に記載の発明においては、請求項2に記載のバルブタイミング調整装置において、前記実バルブタイミングの一定の状態が所定時間継続していることを判定するバルブタイミング状態判定手段(48、104)と、前記制御信号が所定の範囲にあることを判

定する制御信号判定手段(48、104、S140)とを設け、異常判定手段(48、104)が、前記フィードバック制御の異常判定を、バルブタイミング状態判定手段(48、104)及び制御信号判定手段(48、104、S140)の両判定結果に基づき行うことを特徴とする。

【0013】請求項5に記載の発明においては、請求項1に記載のバルブタイミング調整装置において、前記実バルブタイミングと前記目標バルブタイミングの差が所定値以上である状態が所定時間以上継続していることを判定するバルブタイミング差状態判定手段(48、104、S150、S151)を設け、異常判定手段(48、104)が、前記フィードバック制御の異常判定を、バルブタイミング差状態判定手段(48、104、S150、S151)の判定結果に基づき行うことを特徴とする。

【0014】請求項6に記載の発明においては、請求項1に記載のバルブタイミング調整装置において、前記実バルブタイミングが所定の範囲にあることを判定する実バルブタイミング範囲判定手段(48、104、S160)を設け、異常判定手段(48、104)が、そのフィードバック制御の異常判定を、実バルブタイミング範囲判定手段(48、104、S160)の判定結果に基づき行うことを特徴とする。

【0015】

【発明の作用効果】請求項1乃至請求項6に記載の発明によれば、異常判定手段(48、104)がフィードバック制御の異常を判定したとき、禁止手段(48、104)が学習手段(48、103)による学習を禁止する。従って、学習手段(48、103)による学習値に、前記フィードバック制御の異常に伴う値が混入することがない。

【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基いて説明する。図1は、車両用ダブルオーバーヘッドカム式内燃機関1に適用した本発明の一実施例を示す。内燃機関1においては、クランク軸2からの動力が、タイミングチェーン3により、各スプロケット13a、13bを介し排気側カム軸4及び吸気側カム軸5に伝達されるようになっている。

【0017】吸気側カム軸5には、位相差調整装置40(図1にて図示斜線領域参照)が設けられている。また、このカム軸5には、カム軸位置センサ44が取り付けられており、クランク軸2には、クランク位置センサ42が取り付けられている。ここで、クランク位置センサ42がクランク軸2の1回転に伴いN個の検出パルス信号を生ずるとき、カム軸位置センサ44がカム軸5の1回転に伴い2N個の検出パルス信号を生ずるようになっている。また、カム軸5のタイミング変換角最大値を θ_{max} クランク角とした場合、 $N < 360^\circ / \theta_{max}$

xとなるように検出パルス信号数Nが設定されている。

【0018】これによって、クランク位置センサ42からの検出パルス信号とこの検出パルス信号に続いて発生するカム軸位置センサ44からの検出パルス信号との間の相対回転角 θ により吸気弁の実バルブタイミングが算出される。具体的には、クランク位置センサ42及びカム軸位置センサ44からの各検出パルス信号が、内燃機関制御装置46のマイクロコンピュータ48に入力され、これに基づき実バルブタイミングが演算される。また、吸気量センサ、水温センサ、スロットルセンサ等から生ずる各種検出信号もマイクロコンピュータ48に入力され、これに基づき吸気弁の目標バルブタイミングが演算される。

【0019】また、マイクロコンピュータ48においては、吸気弁の実バルブタイミングが目標バルブタイミングに一致するようにフィードバック制御演算が行われる。これにより、リニアソレノイド64(スプール弁30の駆動用電磁アクチュエータ)に通電すべき目標電流を表す制御信号が内燃機関制御装置46の電流制御回路49に出力される。電流制御回路49は、リニアソレノイド64に流れる電流を検出する回路(図示しない)を有する。そして、電流制御回路49は、マイクロコンピュータ48からの制御信号に基づき、検出電流を目標電流に一致させるようにフィードバック制御する。なお、電流フィードバック制御部分をソフトウェア化してマイクロコンピュータ48内に取り入れてもよい。

【0020】上述のようなフィードバック制御のもとにスプール弁30が制御される。そして、このように制御されるスプール弁30を介して、オイルパン28からの作動油が、オイルポンプ29により圧送され、位相差調整装置40への作動油量が制御される。以下、上述した位相差調整装置40の構成を、図2を参照して、さらに詳細に説明する。

【0021】位相差調整装置40は、図2にて示すごとく、内燃機関1のシリンダヘッド25に取り付けられている。この位相差調整装置40は略円筒形状のカム軸スリーブ11を備えており、このカム軸スリーブ11は、その大径円筒部にて、カム軸5の図2にて図示左端部と同軸的に嵌め合わされている。そして、このカム軸スリーブ11の中空部隔壁11cはピン12の圧入及びボルト10の締着によりカム軸5の端部に連結されている。これにより、カム軸スリーブ11はカム軸5と一体的に回転する。また、このカム軸スリーブ11の大径円筒部外周面には、外歯ヘリカルスプライン11aが形成されている。

【0022】さらに、カム軸スリーブ11は、小径円筒部11bを備えており、この小径円筒部11bは、ハウジング23の略円筒形状中空部内に同軸的に延出している。なお、ハウジング23は、そのフランジ部23aにて、ボルト24の締着によりシリンダヘッド25に取付

7

けられている。スプロケット13aは、カム軸5の環状リブ5aとカム軸スリーブ11の大径円筒部の開口端部との間で軸方向へ移動不能に挟まれた状態にて、カム軸5に相対回転可能に同軸的に軸支されている。スプロケット13aの図2にて図示左側面には、略円筒形状のスプロケットスリーブ15が、その各フランジ部を介するピン14の圧入及びボルト16の締着により、同軸的に取付けられている。これにより、スプロケットスリーブ15はスプロケット13aと一体的に回転するようになっている。このスプロケットスリーブ15は、円筒部15bを備えており、この円筒部15bは、カム軸スリーブ11を包囲するように、ハウジング23の中空部内に同軸的に延出している。

【0023】この円筒部15bの内周面中間部位には、内歯ヘリカルスプライン15aが形成されており、この内歯ヘリカルスプライン15aは、カム軸スリーブ11の外歯ヘリカルスプライン11aとは逆方向のねじれを有するように形成されている。なお、外歯ヘリカルスプライン11a及び内歯ヘリカルスプライン15aのいずれか一方は、ねじれ角を零とする軸方向に平行な直線歯を有するスプラインにより構成してもよい。

【0024】上述したカム軸スリーブ11の小径円筒部11bとスプロケットスリーブ15の円筒部15bとの間には、軸方向に略一様な断面を有する環状空間90が形成されており、この環状空間90内においては、略円筒形の油圧ピストン17が、軸方向にかつ液密的に摺動可能に、カム軸スリーブ11に同軸的に軸支されている。

【0025】この油圧ピストン17の内周面右側部には、カム軸スリーブ11の外歯ヘリカルスプライン11aと嚙合する内歯ヘリカルスプライン17aが形成されており、一方、同油圧ピストン17の外周面右側部には、スプロケットスリーブ15の内歯ヘリカルスプライン15aと嚙合する外歯ヘリカルスプライン17bが形成されている。これにより、これら各両スプライン同士の嚙合のもとに、タイミングチェーン3（図1参照）を介しスプロケット13aに伝達されるクランク軸2の回転が、スプロケットスリーブ15、油圧ピストン17及びカム軸スリーブ11を経てカム軸5に伝達される。

【0026】また、油圧ピストン17の左端部に形成した環状つば部の外周縁には、オイルシール70が、環状空間90内にて、スプロケットスリーブ15の円筒部15bの内周面と液密的に接触するように装着されている。なお、油圧ピストン17の内周面左側部内に断面し字状に延出する環状脚部17cはカム軸スリーブ11の中央段部（以下、右側ストッパという）に衝突して油圧ピストン17の右動を停止する。

【0027】上述のようにして、環状空間90内に油圧ピストン17が設けられることによって、環状空間90が二つの室に分割される。これにより、進角側油圧室2

8

2が油圧ピストン17の左側に形成され、一方、遅角側油圧室32が油圧ピストン17のつば部の右側に形成される。また、これら油圧室22と32との間のシール性は、上述したオイルシール70によって確保される。

【0028】スプロケットスリーブ15の左端開口部には、エンドプレート50が同軸的に取り付けられている。このエンドプレート50は、円筒部と環状つば部により断面逆し字状に形成されており、このエンドプレート50の環状つば部は、スプロケットスリーブ15の左端開口部に同軸的に固着されている。エンドプレート50の円筒部の外周面には環状溝が形成されており、この環状溝内にはオイルシール71が装着されている。なお、エンドプレート50の環状つば部は、油圧ピストン17の環状つば部との衝突により同油圧ピストン17の左動を停止させるストッパ（以下、左側ストッパという）としての役割をも果たす。

【0029】エンドプレート50及びカム軸スリーブ11の左側においては、断面コ字状にて環状に形成したリングプレート51が、ノックピン53の圧入により、ハウジング23の環状左側壁内面にカム軸スリーブ11と同軸的に装着されており、このリングプレート51のコ字状右側面内には、エンドプレート50の円筒部及びカム軸スリーブ11の小径円筒部11bが回転可能に支持されている。また、リングプレート51の小径側円筒部の外周面に形成した環状溝内には、オイルシール72が装着されており、このオイルシール72はリングプレート51とカム軸スリーブ11との間のシール性を確保する。一方、上述したオイルシール71は、エンドプレート50とリングプレート51との間のシール性を確保する。これによって、進角側油圧室22内のシール性が確保される。

【0030】リングプレート51の小径円筒部及びハウジング23の環状左側壁中空部内には、ボルト52が同軸的に嵌装されており、このボルト52は、その右端面にて、カム軸スリーブ11の小径円筒部内周面及び中空部隔壁11cとの間に円筒状空間91を形成する。また、ボルト52の内部には、油圧通路61bが、図2にて示すごとく、断面T字状に形成されており、この油圧通路61bは、その軸方向通路部にて、円筒状空間91内に連通している。また、油圧通路61bは、その半径方向通路部の両端にて、ボルト52の外周面に形成した環状溝内に連通している。

【0031】また、ハウジング23の左壁部内には、油圧通路61aが図2にて示すごとく形成されており、この油圧通路61aは、ボルト52の環状溝及び油圧通路61bを介し円筒状空間91内に連通し、さらに、この円筒状空間91内に開口するようにカム軸スリーブ11に形成した油圧通路61cを通り遅角側油圧室32内に連通している。ハウジング23の左壁部内には、進角側油圧室22に連通する油圧通路60がさらに形成されて

いる。これら油圧通路61a及び60は、ハウジング23の左壁部内に形成されて後述するスプール弁30を收容してなる円筒状中空部95内に開口している。また、この円筒状中空部95内には、油圧供給路65がその先端部にて開口しており、この油圧供給路65は、内燃機関1のオイルパン28からオイルポンプ29によって圧送される作動油を円筒状中空部95内に供給する。なお、油圧解放路66は、オイルパン28内に開口されて、オイルパン28内に作動油を戻す。

【0032】次に、図3を参照してスプール弁30の構成について説明する。スプール弁30は、円筒状中空部95の内壁により構成されるシリンダ30aと、このシリンダ30a内に軸方向へ摺動可能に嵌め合わされた左右一対のランドを有するスプール31とにより構成されている。シリンダ30aには、油圧通路61aに連通する油圧ポート30bと、油圧ポート60に連通する油圧ポート30cとが形成されている。シリンダ30aには、さらに、油圧供給路65に連通する吸入ポート30dと、油圧解放路66に連通する両吐出ポート30e、30fとが形成されている。そして、これら各油圧ポート30b、30c、吸入ポート30d及び両吐出ポート30e、30fの連通の切り替え及び連通度（スプール弁30の開度）の制御は、スプール31のシリンダ30a内における摺動によりなされる。

【0033】また、シリンダ30aの図3にて図示右端部内には、コイルスプリング31aが、スプール31の右端側にて介装されており、このコイルスプリング31aは、常時、スプール31を図示左方へ付勢している。一方、シリンダ30aの図示左端部内には、リニアソレノイド64がスプール31の図示左端側に設けられている。このリニアソレノイド64に流れる通電電流値に応じてリニアソレノイド64に電磁力が誘導されると、スプール31はこの電磁力によりコイルスプリング31aの付勢力に抗して右方へ摺動するようになっている。

【0034】以下、このように構成したスプール弁30のスプール31の摺動による各油圧通路の連通の切り替え及び開度制御について説明する。図3(a)にて示すように、スプール31が、リニアソレノイド64から電磁力を受け、コイルスプリング31aの付勢力に抗して右方へ摺動すると、吸入ポート30d及び油圧ポート30cがスプール31の右側ランドの右動により互いに連通して油圧供給路65と油圧通路60とを連通させる。このため、オイルポンプ29からの油圧は進角側油圧室22内に圧送される。同時に、吐出ポート30e及び油圧ポート30bが、スプール31の左側ランドの右動により連通されて、油圧通路61a及び油圧開放路66を連通させる。このため、遅角側油圧室32の油圧が解放される。これによって、油圧ピストン17が、環状空間90（図2参照）内にて右方へ押動されるため、カム軸5が回転してスプロケット13a即ちクランク軸2に

し相対的に進角する。

【0035】図3(b)に示すように、スプール31が中央にあるときは、油圧ポート30bの吐出ポート30eとの連通及び油圧ポート30cの吸入ポート30dとの連通がスプール31の左右両側のランドによりそれぞれ遮断される。このため、進角側及び遅角側の各油圧室22、32からの作動油の漏れがない場合、油圧ピストン17の位置がそのまま保持される。従って、スプロケット13aとカム軸5との回転位相差、即ち実バルブタイミングは変化しない。

【0036】図3(c)に示すように、スプール31がリニアソレノイド64からの電磁力の発生停止のもとにコイルスプリング31aにより付勢されて左方へ摺動すると、吸入ポート30b及び油圧ポート30dが、スプール31の左側ランドの左動により連通して、油圧供給路65と油圧通路61aとを連通させる。このため、オイルポンプ29からの油圧は遅角側油圧室32に圧送される。一方、吐出ポート30fと油圧ポート30cとが、スプール31の右側ランド左動により連通して、油圧通路60と油圧解放路66とを連通させる。このため、進角側油圧室22の油圧が解放される。これによって、油圧ピストン17が、環状空間90内にて左方へ押動されるため、カム軸5が上述とは逆方向へ回転しスプロケット13a、即ちクランク軸2に対し相対的に遅角する。

【0037】また、図3(a)、(b)及び(c)において、ポート30bとポート30e（又はポート30d）との間の連通度及びポート30cとポート30d（又はポート30f）との間の連通度は、スプール31の右動（又は左動）に伴う左右両側の各ランドの各ポート30b及び30cに対する開度により制御される。図4は、内燃機関1のある運転条件でのスプール弁30内におけるスプール31の位置（以下、スプール位置という）と、実バルブタイミング変化速度との関係を表す特性図である。この特性図において、実バルブタイミング変化速度が正の領域が進角方向へ移動している領域に相当し、一方、実バルブタイミング変化速度が負の領域が遅角方向へ移動している領域に相当する。なお、この特性図における横軸のスプール位置はリニアソレノイド電流と比例関係にある。

【0038】この特性図において、各符号(a)、(b)、(c)は、図3(a)、(b)、(c)のスプール31の各位置に対応するスプール位置をそれぞれ示す。符号(b)により示すような実バルブタイミングが変化しないスプール位置は、油圧室、油圧配管、スプール弁31の各部から洩れる作動油量とオイルポンプ29から圧送される作動油量との釣り合う点しかない。さらに、この点は、内燃機関回転数や温度による作動油吐出圧の変動によって特性が図5に示すように変化するため、常に変動する。また、リニアソレノイド64の巻線

抵抗、スプール31の寸法等の製品のバラツキにより、この点及び特性の変化の仕方は製品毎に異なる。この実進角量に変化しない点のリニアソレノイド電流を、以後、保持電流と呼ぶ。

【0039】この保持電流を基準にバルブタイミングを進角させたいときはリニアソレノイド電流を大きくし、逆に遅角させたいときはリニアソレノイド電流を小さくすることで、位相差調整装置40を制御することができる。かかる場合、上述のように実バルブタイミングが変化しないスプール位置が変化するため、バルブタイミングを精度良くかつ安定に制御するには、保持電流を逐次学習する必要があることがわかる。

【0040】図6は、図1に示す各種センサ、マイクロコンピュータ48、電流制御回路49、位相差調整装置40その他各種素子に対応する構成を機能的に分割して示すブロック図である。目標バルブタイミング算出部100は、吸気量センサ、水温センサ、スロットル開度センサ等の各種信号より検出した内燃機関運転条件に基づき、目標バルブタイミングを算出する。

【0041】実バルブタイミング算出部101は、クラ
ンク位置センサ及びカム軸位置センサからの信号に基づき実バルブタイミングを算出する。電流算出部102は、目標バルブタイミング、実バルブタイミング、及び学習部103からの保持電流学習値に基づき、リニアソレノイド64に通電するための目標電流値を算出する。

【0042】学習部103は、学習禁止判定部104からの信号がない場合に、実バルブタイミング及び目標電流値に基づき保持電流を学習する。学習禁止判定部104は、実バルブタイミングと目標電流値に基づき学習禁止判定を行い、学習禁止判定が成立したとき学習禁止信号を出力する。フィードバック制御部105は、目標電流値に基づきリニアソレノイド64への電流をフィードバック制御し、位相差調整装置40を作動させる。

【0043】図7は、電流算出部102による目標電流値算出のためのフローチャートである。ステップS110において、目標バルブタイミング r と実バルブタイミング y より制御偏差 $e = r - y$ が算出される。次のステップS111では、制御偏差 e に基づきPD制御演算を行なうことにより、フィードバック電流 I_f が次式により求められる。

【0044】

$$【数1】 I_f = K_p \times e + K_d \times de/dt$$

この数1の式において、各符号 K_p 、 K_d はそれぞれ定数を表す。ステップS112では、目標電流 I_d がフィードバック電流 I_f と保持電流 I_h より次式により算出される。

【0045】

$$【数2】 I_d = I_f + I_h$$

次に、学習部103における保持電流学習について説明する。図8は、学習部103における保持電流学習のた

めのフローチャートである。学習禁止判定部104から後述する学習禁止信号が入力されていないときは、ステップS120にてNOと判定され、ステップS121において、実バルブタイミングが一定か否かが判定される。実バルブタイミングが一定でない場合には、ステップS121にてNOと判定され、ステップS124にて、学習カウンタが $T=0$ とリセットされ、演算処理が終了される。

【0046】実バルブタイミングが一定（請求項1における所定の位相差調整状態に対応）の場合には、ステップS121にてYESと判定され、ステップS122において、学習カウンタの値 T が $Xsec$ 以上経過したか否かが判定される。学習カウンタの値 T が $Xsec$ 以上経過していない場合には、ステップS122にてNOと判定され、このまま演算処理が終了される。学習カウンタの値 T が $Xsec$ 以上経過している場合には、ステップS122にてYESと判定され、ステップS123において、保持電流の学習が $I_h = I_d$ として行われた後、ステップS124において学習カウンタが $T=0$ とリセットされ、演算処理が終了される。なお、ステップS120において、学習禁止判定部104から学習禁止信号が入力されているとき、YESとの判定がなされ、ステップS124において、学習カウンタがリセットされ、演算処理が終了される。

【0047】図9は、保持電流が正しく学習できていない状態で制御を始めて、図中A点で保持電流を正しく学習したときの実験結果を示す。保持電流が正しく学習できていない期間は、学習保持電流 I_{hg} と真の保持電流 I_{hr} が一致していない期間である。このとき、目標バルブタイミング r に対し実バルブタイミング y は、定常状態で、制御偏差 e を有する。このときのフィードバック電流は、定常状態故、 $de/dt = 0$ となるため、 $I_f = K_p \times e$ である。目標電流は、 $I_d = I_f + I_{hg} = K_p \times e + I_{hg}$ であるが、実バルブタイミングが変化しないことから、 $I_d = I_{hr}$ となっていることが分かる。 I_d はマイクロコンピュータ48内で算出した値なので検知することができる。このため、定常状態で、保持電流 $I_{hg} = I_d$ とすることにより、正しい保持電流を学習することができる。図では、A点で保持電流を正しく学習することで、その後の制御偏差が零へと収束している。

【0048】次に、スプール弁31が異物を噛み込んだときの位相差調整装置40の動作について図10及び図11を参照して説明する。図10は、実バルブタイミング y が目標バルブタイミング r の変化に対してフィードバック制御されているとき、スプール弁31の開度が小さくなってきたB点においてスプール弁31が異物を噛み込み、そのまま、ロックしてしまったときの試験結果を示す。

【0049】B点経過後も実バルブタイミングの変化速

13

度が落ちず、位相差調整装置40の油圧ピストン17の左側ストッパへの衝突まで進角し続け、左側ストッパへの衝突時に位相差の変化が停止して実進角量が一定となる。このとき、目標電流が、バルブタイミングを遅角させるべく、保持電流よりも小さな値となるが、スプール弁30はロックしているため作動しない。このような場合、図8のステップS120がないと、油圧ピストン17が左側ストッパに衝突した状態のまま、ステップS121、S122の学習条件が成立し、図10のC点で異常な値で保持電流を学習してしまう。

【0050】図11は、異物噛み込み異常判定後、復帰処置によりスプール弁31が正常復帰したときの試験結果を示す。制御偏差 e が大きいために位相差調整装置40の油圧ピストン17が左側ストッパに衝突していることから、異物噛み込み異常との判定が行われ、その後、噛み込んだ異物をはずすように目標電流が大きく振られる。これにより、スプール弁30のスプール31がシリンダ30a内を摺動する。その結果、D点で異物がはずれてスプール弁30は正常復帰を果たす。しかし、このとき、保持電流の学習値が真の保持電流から大きくずれた値になっているため、再度、正しい保持電流の学習が完了するまでの間には、制御偏差 e が大きくなってしま

う。

【0051】本発明は、このようなスプール弁異物噛み込み時の保持電流の誤学習を防ぐために、学習禁止判定を行うものである。図12は、目標電流に対するバルブタイミング変化速度の製品バラツキの上限品と下限品の各特性を示す。保持電流は、上限値 $I_{hg x}$ より大きくなることはなく、一方、下限値 $I_{hg n}$ より小さくなることもない。即ち、スプール弁30が異物を噛み込んでいなければ、目標電流 $I_d > I_{hg x}$ であるとき、バルブタイミングが遅角する。一方、 $I_d < I_{hg n}$ であるとき、バルブタイミングは速角する筈である。従って、これらが成り立たないときに、スプール弁30が異物噛み込み状態にあると認識され得る。

【0052】図13は、学習禁止判定部104による学習禁止判定のためのフローチャートである。ステップS130においては、目標電流 I_d が保持電流上限値 $I_{hg x}$ より大きいかが判定される。 I_d が $I_{hg x}$ よりも大きい場合には、ステップS130においてYESと判定され、ステップS134において、実バルブタイミングが遅角しているか否かが判定される。実バルブタイミングが遅角している場合には正常な動作であるとの判断のもとに、ステップS134におけるYESとの判定後、ステップS135において、学習禁止信号が解除され、演算処理が終了される。実バルブタイミングが遅角していない場合は、スプール弁30が異物を噛み込んでいると判断し、ステップS134におけるNOとの判定後、ステップS133において、学習禁止信号が設定され、演算処理が終了される。

14

【0053】ステップS131においては、目標電流 I_d が保持電流下限値 $I_{hg n}$ より小さいか否かが判定される。 I_d が $I_{hg n}$ より小さい場合には、ステップS131におけるYESとの判定後、ステップS132において、実バルブタイミングが遅角しているか否かが判定される。実バルブタイミングが遅角している場合は、正常な動作であるとの判断のもとに、ステップS132におけるYESとの判定後、ステップS135において、学習禁止信号が解除され、演算処理が終了される。実バルブタイミングが遅角していない場合は、スプール弁30が異物を噛み込んでいると判断し、ステップS132におけるNOとの判定後、ステップS133にて、学習禁止信号が設定され、演算処理が終了される。

【0054】図14は、上述の学習禁止判定に際し、このスプール弁異物噛み込み判定を利用した場合の試験結果を示す。実バルブタイミング y が目標バルブタイミング r の変化に対してフィードバック制御されているとき、B点においてスプール弁30が異物を噛み込みロックした場合に、実バルブタイミングが遅角し続ける。そして、E点を過ぎたところで目標電流 I_d が保持電流の下限値 $I_{hg n}$ を越える。このとき、実バルブタイミングが遅角しないため、スプール弁30が異物を噛み込んだことが分かる。このことは、学習禁止判定が成立したことを意味する。この結果、図8のステップS120の判定がYESとなって学習条件判定ステップS121、S122並びに学習ステップS123がジャンプされる。このため、異物噛み込みによって、位相差調整装置40の油圧ピストン17が左側ストッパに衝突した状態が、Xsec以上継続しても、図14のC点では、保持電流 I_h を学習することがないため、誤学習を防ぐことができる。

【0055】以上述べた実施例によると、バルブタイミング調整装置に一時的な異常が発生しても、この異常発生中の制御信号の学習が禁止され、異常発生前の学習値が保持される。このため、異常解消の直後から異常発生前と同じ制御能力を発揮させることができる。従って、一時的な異常があっても、その解消直後から所望のバルブタイミングを確実に実現することができ、その結果、エンジン性能を十分に引き出すことができる。

【0056】図15は、学習禁止判定部104による学習禁止判定のための第1変形例を示すフローチャートである。ステップS140において、目標電流 I_d が保持電流上限値 $I_{hg x}$ と下限値 $I_{hg n}$ の間に入っているか否かが判定される。 $I_{hg x}$ と $I_{hg n}$ の間からはずれている場合には、ステップS140におけるNOの判定後、ステップS141において、学習禁止信号が設定され、演算処理が終了される。目標電流 I_d が $I_{hg x}$ と $I_{hg n}$ の間に入っている場合には、ステップS140におけるYESとの判定後、ステップS142において、学習禁止信号が解除される。

【0057】なお、目標電流 I_d が、保持電流の上下限からはずれているときの保持電流学習において、学習を禁止する代わりに学習値の更新の幅を制限することも誤学習に対して有効である。図16は上述した学習禁止判定のための第1変形例の場合の試験結果を示す。ここでは、保持電流が図12の上限値 $I_{hg x}$ 及び下限値 $I_{hg n}$ を越えないという前提のもとに、目標電流が上限値或いは下限値を超えたことを活用して学習禁止判定が行われる。

【0058】実バルブタイミング y が目標バルブタイミング r の変化に対してフィードバック制御されているとき、B点においてスプール弁30が異物を噛み込んでロックしたため、実バルブタイミングが進角し続ける。そして、E点を過ぎたところで目標電流 I_d が保持電流の下限値 $I_{hg n}$ を越えるため、学習禁止判定が成立する。この結果、位相差調整装置40の油圧ピストン17が左側ストッパに衝突した後、実バルブタイミング定常状態となる。その後、 $Xsec$ が経過し学習条件が成立したC点において、保持電流 I_h が学習されることがないため、誤学習の防止が可能となる。

【0059】図17は、学習禁止判定部104による学習禁止判定のための第2変形例を示すフローチャートである。ステップS150において、制御偏差 e の絶対値が所定値 e_a 以上か否かが判定される。制御偏差 e の絶対値が所定値 e_a 以上の場合には、ステップS150におけるYESとの判定後、ステップS151において、判定カウンタの値 Te が $Zsec$ 以上か否かが判定される。 Te が $Zsec$ 未満の場合はステップS151にてNOと判定され、演算処理が終了される。 Te が $Zsec$ 以上の場合にはステップS151にてYESと判定され、ステップS152において、学習禁止信号が設定され、演算処理が終了される。ステップS150において、制御偏差 e の絶対値が所定値 e_a 未満の場合は、NOと判定され、判定カウンタが $Te=0$ とリセットされ、学習禁止信号が解除され、演算処理が終了される。

【0060】図18は上述した学習禁止判定のための第2変形例の場合の試験結果を示す。ここでは、制御偏差 e の絶対値が所定値 e_a 以上に維持される状態が所定時間 $Zsec$ 以上続くことから、実バルブタイミングがフィードバックによるバルブタイミング異常であることが認識される。これは、スプール弁異物噛み込みの影響の可能性があると判断のもとに、学習禁止判定を行うことを意味する。

【0061】実バルブタイミング y が目標バルブタイミング r の変化に対してフィードバック制御されているとき、B点においてスプール弁30が異物を噛み込んでロックした場合、実バルブタイミングが進角し続ける。その後、F点を過ぎたところで制御偏差 e が所定値 e_a を越え、この状態が $Zsec$ だけ継続したG点で、学習禁止判定が成立する。この結果、位相差調整装置40の油

圧ピストン17が左側ストッパに衝突した後、実バルブタイミングが定常状態となる。その後、 $Xsec$ が経過して学習条件が成立したC点においては、保持電流 I_h が学習されることがないため、誤学習の防止が可能となる。なお、これらの判定時間は、 $Z < X$ とすることが望ましい。

【0062】図19は、学習禁止判定部104による学習禁止判定のための第3変形例を示すフローチャートである。ステップS160において、実バルブタイミング y が学習可能範囲の上限値 y_{gx} と下限値 y_{gn} との間に入っているかが判定される。実バルブタイミング y が学習可能範囲の上限値 y_{gx} と下限値 y_{gn} との間からはずれている場合には、ステップS160におけるNOとの判定後、ステップS161にて、学習禁止信号が設定され、演算処理が終了される。実バルブタイミング y が学習可能範囲の上限値 y_{gx} と下限値 y_{gn} との間に入っている場合には、ステップS160におけるYESとの判定後、学習禁止信号が解除される。

【0063】図20は上述した学習禁止判定のための第3変形例の場合の試験結果を示す。ここでは、位相差調整装置40の油圧ピストン17が右側ストッパに衝突しているか否かが実バルブタイミングに基づき判定される。この場合、スプール弁異物噛み込みの可能性があるため、学習禁止判定が行われる。右側ストッパに衝突しているか否かの判定は、位相差調整装置、センサ等の組み合わせバラツキを考慮し、実バルブタイミング $y > y_{gx}$ において右側ストッパ付近のある範囲内に入っているか否かにより行われる。

【0064】実バルブタイミング y が目標バルブタイミング r の変化に対してフィードバック制御されているとき、B点においてスプール弁30が異物を噛み込んでロックした場合、実バルブタイミングが進角し続ける。その後、H点を過ぎたところで実バルブタイミング y が y_{gx} を越えるため、学習禁止判定が成立する。この結果、位相差調整装置40の油圧ピストン17が右側ストッパに衝突した後、実バルブタイミングが定常状態となる。従って、 $Xsec$ が経過して学習条件が成立したC点においては、保持電流 I_h が学習されることがないため、誤学習の防止が可能である。

【0065】なお、上述した実施例及び各変形例における学習禁止判定は、単独で利用してもよく、組み合わせで利用してもよい。また、上述した実施例及び各変形例における学習禁止判定にあたっては、スプール弁30の異物噛み込みにより油圧ピストン17が進角側で右側ストッパに衝突する場合について説明したが、これに限らず、油圧ピストン17が遅角側で左側ストッパに衝突する場合にも上述と実質的に同様の作用効果を達成できる。

【0066】また、上述した実施例及び各変形例においては、内燃機関1の吸気弁の開閉タイミングを調整する

バルブタイミング調整装置に本発明を適用した例について説明したが、これに代えて、内燃機関1の排気弁或いは吸気弁及び排気弁の双方の開閉タイミングを調整するバルブタイミング調整装置に本発明を適用して実施してもよい。

【0067】また、本発明の実施にあたり、前記実施例においては、図8にて示すごとく、実バルブタイミングが一定となりかつ学習カウンタの値TがXsec以上となったときに保持電流を $I_h = I_d$ として学習する例について説明したが、これに代えて、次のような学習方法を採用して実施してもよい。即ち、油圧ピストン17が進角側へ動き始める作動状態に対応するリニアソレノイド64への目標電流に相当する制御信号、油圧ピストン17が遅角側へ動き始める作動状態に対応するリニアソレノイド64への目標電流に相当する制御信号、或いは油圧ピストン17がその現実の位置で保持される作動状態に対応する制御信号を学習するようにしてもよい。

【0068】なお、以上に述べた実施例では、異常発生中の制御信号の学習が禁止され、異常発生前の学習値が保持される。このため、学習値が異常値に更新されることが防止されて、異常解消後には異常発生前と同じ能力でバルブタイミングが制御されるが、異常発生時には学習値を初期値に戻してもよい。この場合の初期値としては、エンジンの使用開始時のために予め設定されている中央値を用いることが望ましい。この構成とすることで、異常解消直後には制御偏差が異常に大きくなることを防止される。従って、エンジンの使用開始時に許容される程度の制御偏差しか発生しないので、許容できる程度の誤差で所望のバルブタイミングを確実に実現することができる。その結果、エンジン性能を十分に引き出すことができる。

【0069】また、上記実施例では、クランク軸に同期してカム軸を回転させる伝達機構としてチェーン駆動方式を用いたが、ベルト駆動方式やギア駆動方式としてもよい。また、本発明の実施にあたっては、車両に限ることなく、自動二輪車や船舶等のオーバーヘッドカム式内燃機関に本発明を適用して実施してもよい。また、本発明の実施にあたり、オーバーヘッドカム式内燃機関に限らず、オーバーヘッドバルブ式内燃機関にバルブタイミング調整装置を採用し、これに本発明を適用してもよい。

【0070】また、本発明の実施にあたり、スプール弁30に代えて、一對の流量制御弁を採用して実施してもよい。また、上記実施例の各フローチャートにおける各ステップは、それぞれ、機能実行手段としてハードロジック構成により実現するようにしもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】ダブルオーバーヘッドカム式内燃機関に適用された本発明の一実施例を示す概略全体構成図である。

【図2】図1にて示す位相差調整装置の拡大断面図である。

【図3】図2に示すスプール弁の作動説明図である。

【図4】スプール位置と実バルブタイミング変化速度(dy/dt)との関係を示す特性図である。

【図5】リニアソレノイド電流と実バルブタイミング変化速度(dy/dt)との関係を示す特性図及び同図にて符号Aにより示す部分の拡大図である。

【図6】図1に示す実施例の構成を機能的にブロック化して示す構成図である。

【図7】図6にて示す電流算出部における演算内容を表すフローチャートである。

【図8】図6に示す学習部における保持電流学習内容を表すフローチャートである。

【図9】同保持電流学習過程に関する実験結果を表す特性図である。

【図10】スプール弁が異物を噛み込みロックした場合の試験結果を示す特性図である。

【図11】スプール弁の異物噛み込み異常判定後にスプール弁が正常復帰した場合の試験結果を示す特性図である。

【図12】目標電流の対する実バルブタイミング変化速度(dy/dt)の製品バラツキの上限品と下限品の特性図である。

【図13】スプール弁の異物噛み込み判定に伴う学習禁止判定のためのフローチャートである。

【図14】学習禁止判定に際し、スプール弁の異物噛み込み判定を利用した試験結果を示す特性図である。

【図15】学習禁止判定の第1変形例を示すフローチャートである。

【図16】同第1変形例における試験結果を示す特性図である。

【図17】学習禁止判定の第2変形例を示すフローチャートである。

【図18】同第2変形例における試験結果を示す特性図である。

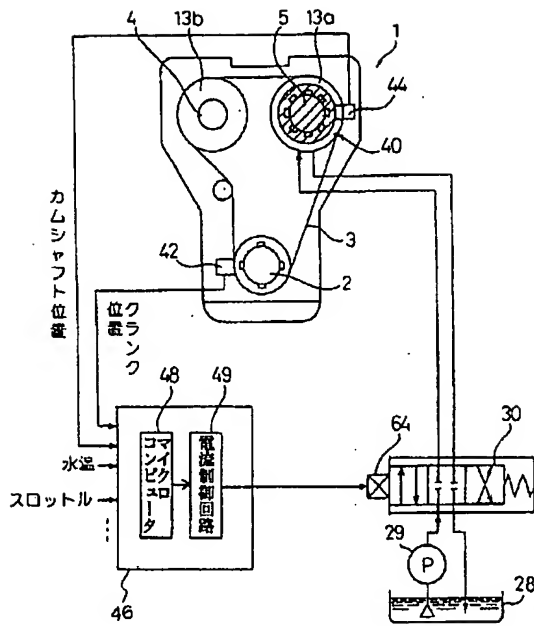
【図19】学習禁止判定の第3変形例を示すフローチャートである。

【図20】同第3変形例における試験結果を示す特性図である。

【符号の説明】

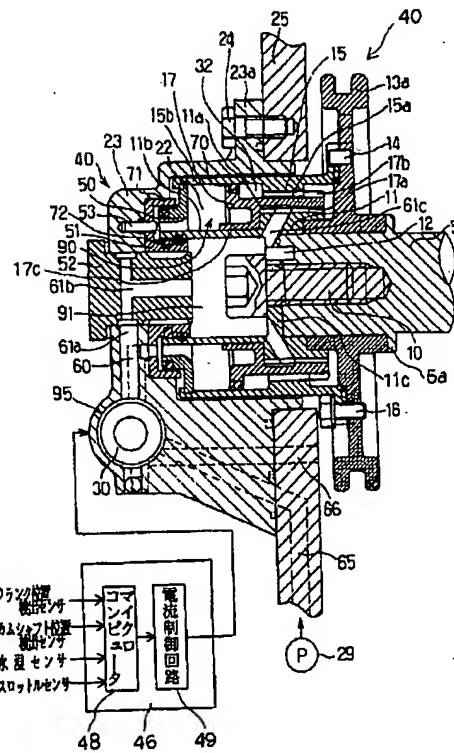
1・・・内燃機関、2・・・クランク軸、3・・・タイミングチェーン、4・・・排気側カム軸、5・・・吸気側カム軸、13a、13b・・・スプロケット、29・・・油圧ポンプ、30・・・スプール弁、40・・・位相差調整装置、42・・・クランク軸位置センサ、44・・・カム軸位置センサ、48・・・マイクロコンピュータ、49・・・電流制御回路。

【図1】

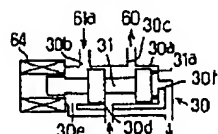


【図3】

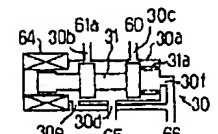
【図2】



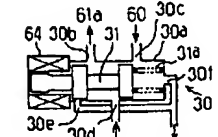
(a)



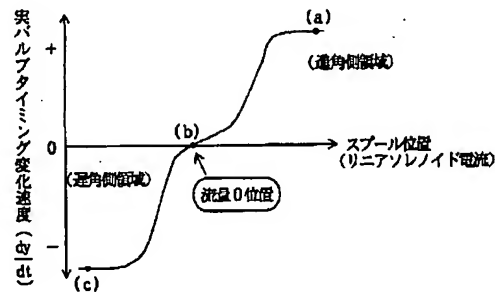
(b)



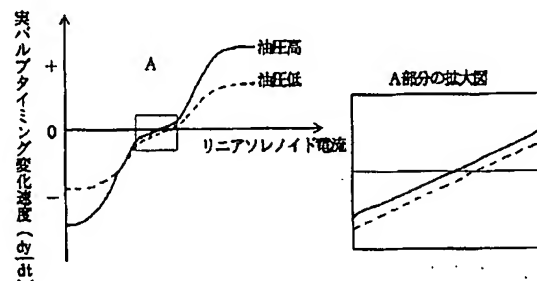
(c)



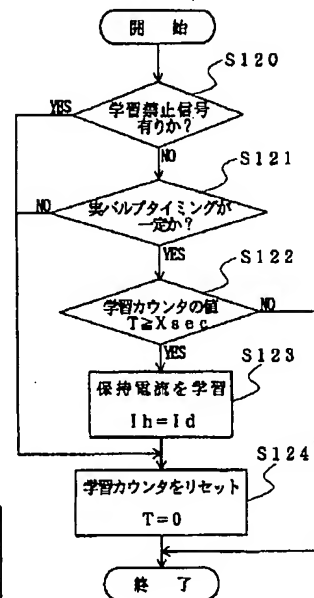
【図4】



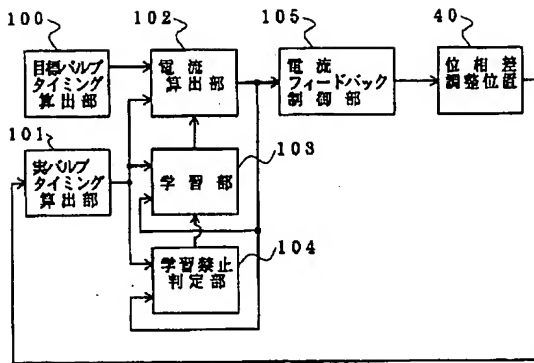
【図5】



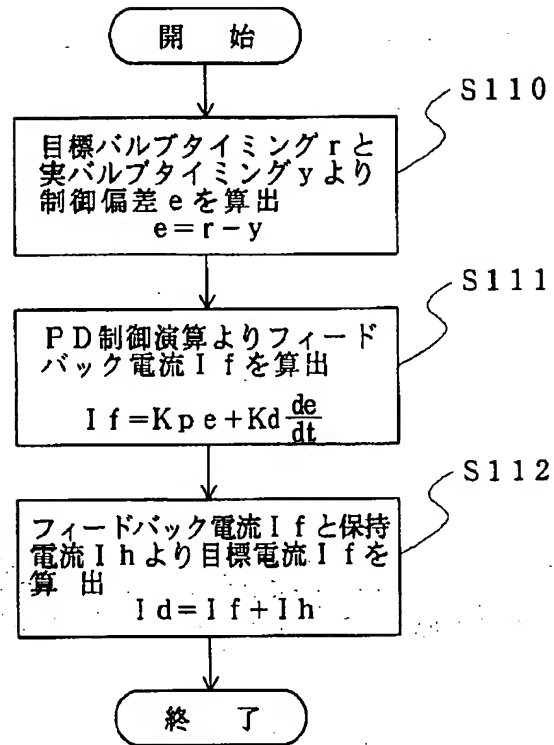
【図8】



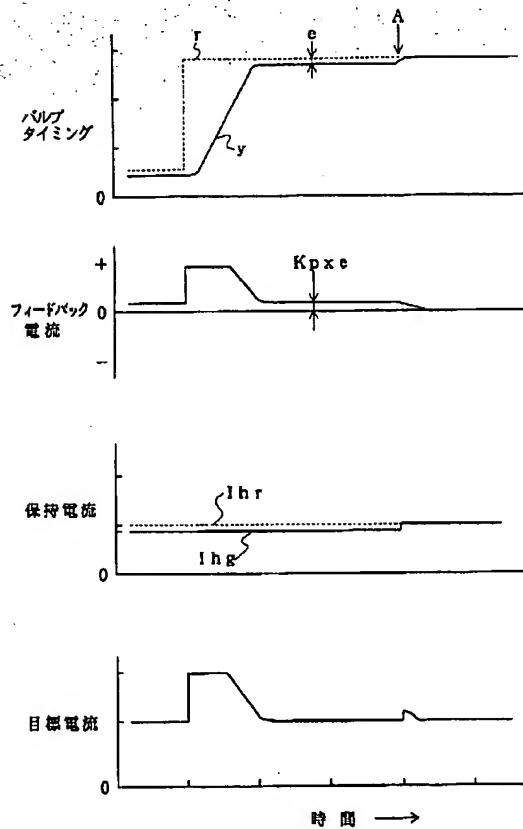
【図6】



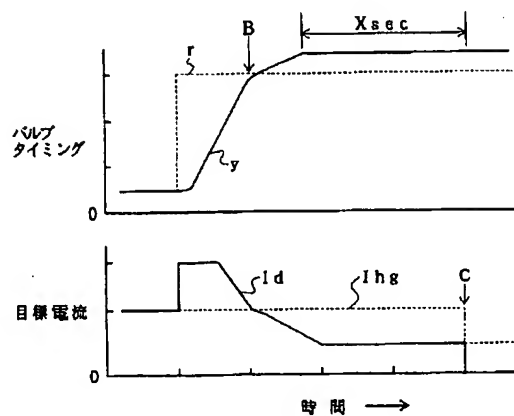
【図7】



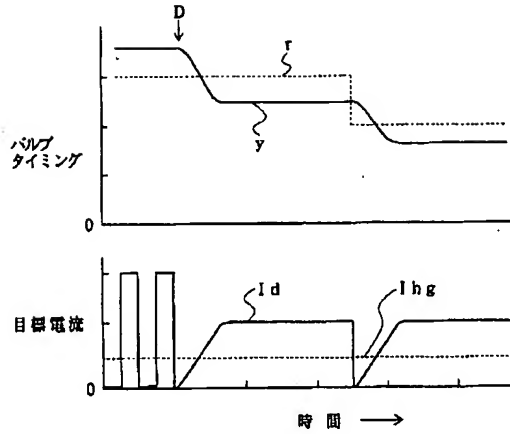
【図9】



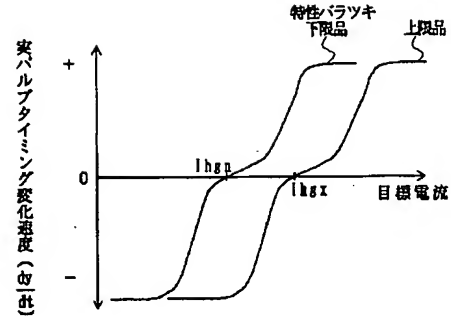
【図10】



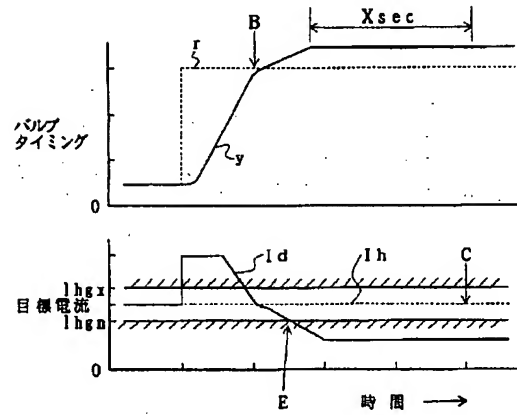
【図11】



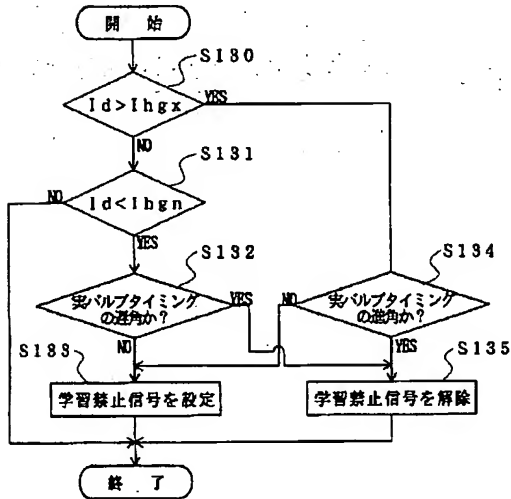
【図12】



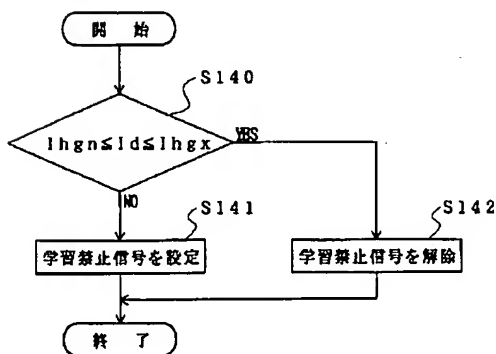
【図14】



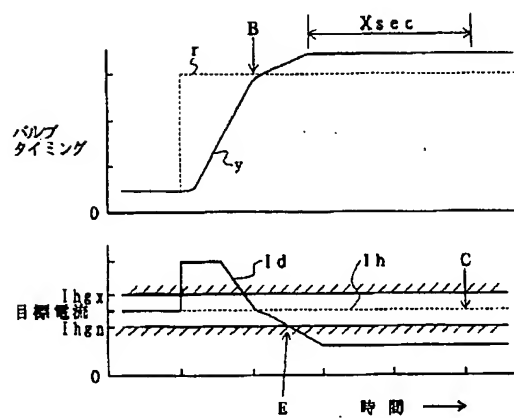
【図13】



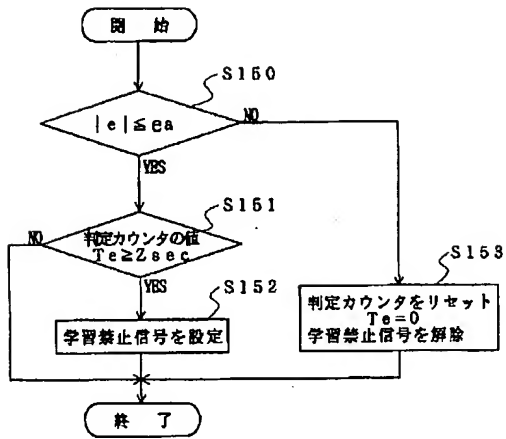
【図15】



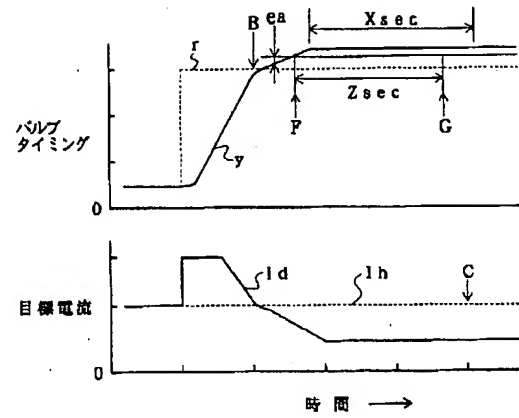
【図16】



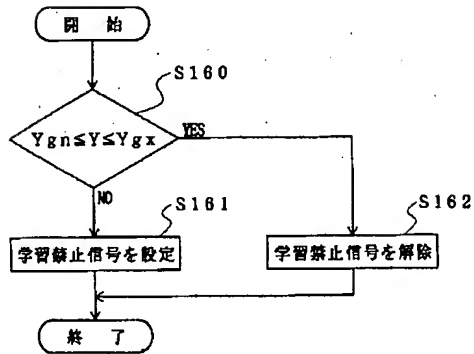
【図17】



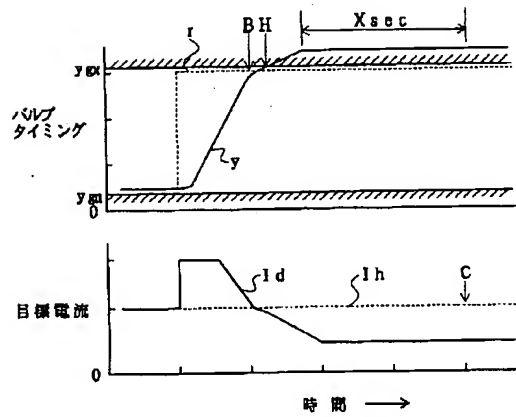
【図18】



【図19】



【図20】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.